

JAP20 REG'D PCT/PTO 30 DEC 2005

**SYSTEME D'ACCROCHAGE DE POUTRE**

La présente invention concerne un système d'accrochage de poutre et, notamment, de poutre de longue portée.

5 Les poutres et, notamment, les poutres de longue portée connaissent de nombreuses applications, en particulier dans le domaine des structures de grandes portées, pour la construction de bâtiments et d'ouvrages d'art. Des exemples de telles structures sont les entrepôts, hypermarchés, halls d'avions, centres sportifs, immeubles sur pilotis ou de grande hauteur, parkings, ponts et passerelles.

10 FR 2 611 781 divulgue un système permettant d'assurer l'appui et l'accrochage de poutres de longue portée. L'accrochage se fait sur des poteaux de support métalliques, chaque poteau étant muni d'au moins une jambe d'arc-boutement articulée à son extrémité inférieure sur un axe d'articulation solidaire du poteau correspondant. L'extrémité supérieure de la  
15 jambe d'arc-boutement est munie d'une cornière de réception sur laquelle vient porter un embout de coin solidaire de l'extrémité d'une poutre de longue portée par l'intermédiaire de pièces de contact dont est muni ledit embout. Grâce à ce système, la réaction verticale du poids de la poutre est transférée en effort d'arc-boutement dans l'axe de la jambe correspondante. Cet effort crée à son tour un effort horizontal de contrainte longitudinale dans la poutre correspondante de longue portée, destinée à supporter une structure.

20 La réaction du poids de la poutre transférée en effort d'arc-boutement dans l'axe de la jambe sollicite en écartement les poteaux sur lesquels sont accrochées les poutres. On entend par-là que l'effort d'arc-boutement exerce un moment sur les poteaux. Lorsque l'on cherche à augmenter la portée de la poutre, une possibilité est d'augmenter la contrainte longitudinale dans la poutre. Or, un surcroît de contrainte dans la poutre entraîne un surcroît de moment,  
25 c'est-à-dire une contrainte supplémentaire exercée sur les poteaux. Ce surcroît de moment peut conduire à son tour à une déformation des poteaux telle qu'un flambement de flexion ou à une rupture lorsque le seuil de résistance en flexion du poteau est franchi. Une déformation de poteau menace la stabilité du système d'accrochage. A plus forte raison, une rupture d'une poutre n'est évidemment pas souhaitable.

30 Il existe donc un besoin pour un système d'accrochage de poutre qui permette d'augmenter la portée de la poutre et de préserver la stabilité du système.

L'invention a pour objet un système d'accrochage de poutre comprenant deux poteaux, une poutre et au moins un tirant, dans lequel les poteaux sont sollicités en écartement par la poutre et sollicités en rapprochement par le tirant.

35 Dans des modes de réalisation préférés, l'invention comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- la poutre est reliée au tirant ;

- la poutre et le tirant sont montés à coulisement relatif selon une portion finie de coulisement ;
- des manchons montés sur le tirant délimitent la portion finie de coulisement ;
- la poutre comprend au moins deux parties latérales entre lesquelles est formé un passage de tirant ;
- la poutre est soutenue par le tirant ;
- la poutre comprend plusieurs segments longitudinaux ;
- chacun des poteaux est relié à la poutre par l'intermédiaire d'une bielle, la bielle étant articulée d'une part au poteau qu'elle relie à la poutre et d'autre part à la poutre ;
- l'un des poteaux est un poteau de rive.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit des modes de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemple uniquement et en références aux dessins annexés, qui montrent :

- Figure 1 : une illustration schématique du système d'accrochage selon l'invention ;
- Figure 2 : une vue de face et en coupe représentant la partie supérieure d'un poteau relié à deux poutres par l'intermédiaire de bielles ;
- Figure 3 : une vue de dessus des éléments représentés sur la figure 2 ;
- Figure 4 : une vue partielle, de face, d'un tirant fixé en tête d'un poteau et au niveau d'une extrémité d'une poutre ;
- Figure 5 : vue en coupe transversale d'une poutre, au niveau d'une section centrale de la poutre ;
- Figure 6 : une vue partielle et en coupe, le long d'une section longitudinale de la poutre, au niveau de sa partie centrale ;
- Figure 7 : une vue de face, représentant une poutre destinée à être montée dans le système d'accrochage ;

L'invention propose un système d'accrochage de poutre comprenant deux poteaux, une poutre et au moins un tirant, dans lequel les poteaux sont sollicités en écartement par la poutre et sollicités en rapprochement par le tirant. Le tirant compense au moins en partie la contrainte exercée par la poutre sur le poteau. Ce système permet d'allonger la portée de la poutre et de préserver la stabilité du système.

La figure 1 est une illustration schématique du système d'accrochage selon l'invention. La figure montre un poteau de rive 14 ainsi que plusieurs poteaux 5a, 5b, des poutres 3a, 3b, 3c et des tirants 9a, 9b, 9c. Les poteaux 5a, 5b sont encastrés dans le sol 4 (c'est-à-dire dans la fondation) et forment une charpente métallique destinée à l'accrochage des poutres. Le numéro de référence général 3 désigne une poutre, le numéro 9 désigne un tirant et le numéro 5 désigne un poteau de charpente autre qu'un poteau de rive. Les lettres de références

additionnelles a, b, c désignent différentes sections de la charpente. Une poutre est accrochée entre deux poteaux à l'aide de systèmes d'appui qui seront décrits plus loin. Le tirant est un élément du système destiné à résister à la traction. Il peut par exemple être fixé en tête d'un poteau et être réalisé sous la forme d'un câble ou d'un arbre tendu. Le système d'accrochage 1 de poutre selon l'invention comprend donc deux poteaux 5a, 5b, une poutre 3b et au moins un tirant 9b. La poutre est mise sous contrainte et le tirant relie au moins l'un des poteaux 5a, 5b, de sorte que les deux poteaux 5a, 5b sont sollicités en écartement par la poutre 3b et sollicités en rapprochement par le tirant 9b. La sollicitation par le tirant 9b compense au moins partiellement le moment exercé par une poutre sur les poteaux et crée en outre un surcroît de contrainte longitudinale dans la poutre. Ce système permet ainsi, d'une part, d'allonger la portée de la poutre et, d'autre part, de reprendre une partie de l'effort de contrainte exercé sur un poteau. Il permet donc également de préserver la stabilité du système.

La figure 2 est une vue de face et en coupe représentant la partie supérieure d'un poteau relié à deux poutres par l'intermédiaire de bielles. La figure montre un poteau 5a, deux poutres 3a, 3b, un calage vertical 17, deux bielles 13a, 13b, deux plaques de répartition 19a, 19b et deux tirants 9a, 9b. Un élément a de chaque paire d'éléments a, b précitée se situe à gauche du poteau 5a, l'autre élément se situant à la droite du poteau. Le poteau 5a est encastré dans le sol 4 dans cet exemple et, plus particulièrement, dans la fondation. Selon une variante il peut être articulé sur la fondation. Le poteau 5a est relié aux poutres 3a, 3b par l'intermédiaire d'une bielle 13a, 13b articulée d'une part au poteau 5a qu'elle relie à une poutre et d'autre part à une poutre 3a, 3b. L'articulation au niveau du poteau 5a peut être réalisée au moyen d'une liaison pivot 14a, 14b ou, en variante, d'un axe. L'articulation au niveau de la poutre peut, elle, être réalisée au moyen d'une cornière de support 18a, 18b. Une cornière d'embout peut alors être articulée dans la cornière de support 18a, 18b de sorte à former une liaison pivot. Par exemple, la cornière d'embout peut être réalisée sous la forme d'une plaque de répartition 19a, 19b. Cette plaque fixée à une poutre 3a, 3b permet, d'une part, de supporter cette poutre et, d'autre part, de répartir la réaction du support dans cette poutre 3. Deux tirants 9a, 9b sont fixés en tête du poteau 5a, à gauche et à droite, respectivement.

Selon une variante, seul un tirant est fixé en tête du poteau 5a. Un même tirant peut alors s'étendre le long d'une charpente comprenant plusieurs poteaux. Une telle structure présente l'avantage de répartir les efforts de contraintes, ainsi que la reprise de ces efforts, le long de la charpente. Il s'ensuit une meilleure cohésion de la charpente.

Les tirants sont au moins partiellement escamotés dans la poutre, comme il sera décrit plus loin. Un calage 17 des deux poutres, en tête du poteau 5a, peut en outre être assuré par deux éléments de calage, situés de part et d'autre des poutres. Ceci sera mieux décrit en référence à la figure 3.

La figure 3 est une vue de dessus des éléments représentés sur la figure 2. Chacune des poutres 3a, 3b comprend deux parties latérales, respectivement référencés sur la figure 3 sous 3aG, 3aD, 3bG et 3bD. Les deux parties latérales sont assemblées et reliées par des éléments de fixation 20a, 20b tels que des boulons. Ces éléments de fixation traversent une plaque de répartition 19a, 19b, telle que représentées sur la figure 2. Ces plaques sont cependant occultées par un tirant 9a, 9b et ne sont donc pas visibles sur la figure 3. Les parties latérales 3aG, 3aD, 3bG, 3bD sont enserrées au niveau de leur tête par les deux éléments de calage 17G, 17D, lesquels peuvent ainsi empêcher le déversement des poutres. D'autres éléments de fixation 16 assurent le maintien des éléments de calage 17 enserrant la tête des poutres 3a, 3b. Un passage 15a, 15b est formé entre deux parties latérales, permettant à un tirant 9a, 9b de s'y engager. La section des demi-poutres peut être conçue de telle sorte qu'après l'assemblage des deux demi-poutres, un passage 15a, 15b forme une rigole permettant à un tirant 9a, 9b de s'y engager. Un tirant 9a, 9b est ainsi au moins partiellement escamoté dans une poutre, ce qui permet de le protéger, par exemple en cas d'incendie. Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 3, deux tirants 9a, 9b sont fixés en tête du poteau 5a.

La figure 4 est une vue partielle, de face, d'un tirant fixé en tête d'un poteau et au niveau d'une extrémité d'une poutre. La figure montre un tirant 9b, la tête d'un poteau 5a, une poutre 3b ainsi qu'un organe de tension 23b du tirant 9b. Cet organe 23b permet d'ajuster la tension du tirant 9b, par exemple après le montage de la poutre 3b sur les poteaux et du tirant avec la poutre.

La figure 5 est une vue en coupe transversale d'une poutre, au niveau d'une section centrale de la poutre. Cette figure montre une poutre 3 comprenant deux parties latérales (ou demi-poutres) gauche et droite 3G, 3D reliées fixement par des éléments de fixation 20. La figure montre également une partie de poteau 5 et une bielle 13 articulée au poteau 5 via une liaison pivot 14 et en contact avec la poutre 3 au niveau d'une plaque de répartition 19 de la poutre. Les éléments de fixation 20 traversent cette plaque 19. Les parties latérales gauche 3G et droite 3D de la poutre 3 forment un passage 15 permettant à un tirant (non représenté) de s'y engager.

Il convient de noter que le passage 15 de tirant est autant de matériau en moins dans la poutre. Outre ce qu'il permet au tirant d'être engagé à l'intérieur de la poutre pour la soutenir, le passage 15 libère de la matière et allège donc la poutre 3. La poutre 3 est ainsi moins sujette au flambage causé par sa propre masse. En outre, l'escamotage du tirant à l'intérieur du passage 15 diminue l'encombrement spatial du tirant et permet de protéger le tirant, par exemple, en cas d'incendie. Au besoin, un film ignifuge peut être fixé de sorte à fermer le passage 15, afin de protéger davantage le tirant en cas d'incendie.

Dans un mode de réalisation, le passage 15 est formé de sorte que le tirant viennent soutenir la poutre au niveau du centre de gravité de la poutre. Une plaque de répartition 41

centrale de la poutre repose sur le tirant 9. Cette plaque 41 centrale est traversée par des éléments de fixation 40 reliant fixement les deux parties latérales 3G, 3D de poutre via la plaque 41 centrale.

5 De plus, le passage 15 de tirant formé par les parties latérales 3G, 3D permet un coulisement relatif de la poutre par rapport au tirant. Une telle caractéristique permet à la poutre 3 de s'ajuster naturellement par rapport au tirant 9. Cette dernière propriété du système d'accrochage se révèle particulièrement avantageuse lorsque la poutre 3 est soumise à une charge dissymétrique. Ceci est par exemple le cas lorsque des équipements tels que des  
10 équipements de climatisation ou de chauffage sont fixés en appui sur la poutre en un endroit éloigné du centre de la poutre. Dans un tel cas, le degré de liberté supplémentaire offert par le coulisement relatif de la poutre 3 par rapport au tirant 9 permet de réduire l'énergie potentielle liée à la contrainte de charge. Une telle propriété permet donc de stabiliser davantage le système d'accrochage.

15 Il convient toutefois de noter que si dans le présent mode de réalisation, la poutre 3 est soutenue par le tirant 9, celle-ci peut également être reliée au tirant selon diverses variantes possibles.

Selon une variante, le tirant peut soutenir la poutre par l'intermédiaire d'un anneau ou d'un organe de liaison équivalent permettant à la poutre 3 de coulisser le long du tirant.

20 Selon une autre variante, le tirant est simplement fixé à la poutre, par exemple au centre de la surface supérieure de la poutre. Cette variante permet de simplifier la fabrication du système d'accrochage 1. On obtient ce-faisant un système d'accrochage 1 dans lequel la sollicitation de poteaux par un tirant compense au moins partiellement le moment exercé par la poutre 3 sur les poteaux et crée en outre un surcroît de contrainte longitudinale dans la  
25 poutre 3. Un tel système d'accrochage bénéficie d'une grande simplicité de montage, permet d'allonger la portée de la poutre et de reprendre une partie de l'effort de contrainte exercé sur un poteau. Le fait que le tirant relie la poutre 3 permet en outre de stabiliser l'ensemble poutre – poteaux du système d'accrochage.

Selon une autre variante, le tirant peut être réalisé en deux parties de tirants distinctes.  
30 L'une de ces parties relie un poteau à la poutre et l'autre de ces parties relie la poutre à un autre poteau. Il est alors obtenu une structure tirant – poteaux – poutre de type haubané dans laquelle chacune des deux parties de tirants compense au moins partiellement le moment exercé par la poutre sur chacun des poteaux.

Par ailleurs, il a été mentionné plus haut que le degré de liberté supplémentaire offert  
35 par le coulisement relatif de la poutre 3 par rapport au tirant 9 permettait de réduire l'énergie potentielle liée à la contrainte de charge et de stabiliser davantage le système d'accrochage. Cependant, il est possible de limiter le coulisement relatif de la poutre par rapport au tirant,

afin de prévenir une instabilité du système d'accrochage. A cette fin, un manchon 43 fixé sur le tirant 9 limite le coulisement de la poutre par rapport au tirant. Ceci sera mieux décrit en référence à la figure 6.

La figure 6 est une vue partielle et en coupe, le long d'une section longitudinale de la poutre, au niveau de sa partie centrale. La figure montre la partie centrale d'une poutre 3 comprenant deux parties latérales. La coupe est réalisée entre ces deux parties latérales. Le tirant 9 est engagé dans le passage de tirant formé par les parties latérales de poutres et permet un coulisement relatif de la poutre 3 par rapport au tirant 9. Dans un mode de réalisation, illustré à titre d'exemple sur la figure 6, la poutre 3 et le tirant 9 sont montés à coulisement relatif selon une portion finie de coulisement. La portion de glissement est délimitée par deux manchons 43, 45 fixés sur le tirant 9. Les deux parties latérales de poutres sont reliées par une plaque de répartition 41 centrale, percée de plusieurs trous permettant la fixation de la plaque 41 sur les deux parties latérales. La plaque de répartition centrale peut ainsi coulisser le long du tirant 9 et entre les manchons. La différence entre la portion finie de coulisement et la longueur de la plaque de répartition définit un jeu de coulisement, comme illustré sur la figure 6.

Selon une variante, les plaques de répartition 19, 41 se subdivisent elles-mêmes en deux plaques. Chacune de ces deux plaques peut être pré-assemblée sur une partie latérale de poutre 3G, 3D. Ainsi, la phase d'assemblage de la poutre 3 ne nécessite plus que l'assemblage directement par fixation des parties latérales de poutre, par exemple au moyen de boulons. D'autre part, la phase de pré-assemblage étant une phase d'usine, elle peut être facilement maîtrisée. Des erreurs éventuelles lors de l'assemblage de la poutre sont ainsi écartées. L'assemblage de la poutre 3 sur un chantier s'en trouve substantiellement simplifié.

Le jeu de coulisement est typiquement compris entre  $0,2/10000^e$  et  $5/10000^e$  de la portée de la poutre. Ce jeu est choisi de sorte à être largement inférieur à un seuil d'instabilité du système d'accrochage, c'est-à-dire un seuil au-delà duquel le coulisement de la poutre 3 menace la stabilité du système. Une telle caractéristique permet à la poutre 3, articulée par ailleurs à des bielles, de s'ajuster par rapport au tirant 9, à l'intérieur d'une portion de coulisement délimitée. Ainsi, lorsque la poutre 3 est soumise à une charge dissymétrique, le degré de liberté supplémentaire fourni par le coulisement relatif de la poutre 3 par rapport au tirant permet de réduire l'énergie potentielle liée à la contrainte de charge. Une telle propriété permet de stabiliser le système d'accrochage, comme décrit ci-avant. Pour autant, le coulisement s'effectue à l'intérieur d'une portion de coulisement finie (délimitée par des manchons), afin d'éviter que la poutre ne coulisce au-delà du seuil d'instabilité du système d'accrochage.

La figure 7 montre une vue de face, représentant une poutre destinée à être montée dans le système d'accrochage. La poutre 3 se subdivise en trois segments longitudinaux 31,32,33.

Le troisième segment 33 est semblable au premier segment 31 mais orienté de façon symétrique par rapport à la section transversale, centrale de la poutre 3. Chacun des segments se termine par un décrochement à l'une, au moins, de ses extrémités, comme représenté sur la figure, de sorte que l'assemblage des segments soit facilité. De préférence, le segment central 32 présente un décrochement tel qu'il repose sur les deux autres segments 31,33. Des plaques de fixation 34 viennent consolider la poutre 3 au niveau des décrochements. Pris séparément, ces segments 31,32,33 sont plus maniables qu'une poutre d'un seul tenant, ce qui simplifie considérablement la logistique relative à la livraison du système d'accrochage sur un chantier. En outre, l'utilisation de segments permet de ne pas avoir à recourir à un transport exceptionnel et, donc, de réduire le coût de revient d'une poutre assemblée.

On peut, au besoin, prévoir autant de segments de poutres qu'il est nécessaire pour ne pas avoir à recourir à un transport exceptionnel. Une telle conception de système d'accrochage, selon l'invention, permet d'envisager la réalisation de poutres de longueur allant de 5 à 120 m. Il est, en fait, théoriquement possible de réaliser des poutres de longueurs supérieures à 120 m, dans un système d'accrochage selon l'invention, en adaptant les dimensions générales des poutres et des poteaux. Parmi les longueurs de poutres typiquement envisagées dans le système d'accrochage selon l'invention, on peut citer les longueurs suivantes : 18, 24, 30, 35, 40, 55 et 70 m.

Le matériau utilisé pour la poutre est du lamellé-collé. En variante, on peut utiliser un profil d'acier reconstitué soudé.

Typiquement, le tirant est en acier ou est dérivé de l'acier et présente un module d'élasticité compris entre 190.000 et 230.000 MPa.

L'invention n'est cependant pas limitée aux variantes décrites ci-avant mais est susceptible de nombreuses autres variations aisément accessibles à l'homme du métier. Par exemple, on peut envisager de scinder une poutre en un nombre impair quelconque de segments longitudinaux. Un nombre impair de segments permet d'envisager une poutre symétrique par rapport à sa section transversale, centrale, la poutre comprenant un segment central reposant sur le tirant. Le nombre de segments peut ensuite être optimisé de sorte à réduire le coût global de montage du système d'accrochage.

**RÉVENDICATIONS**

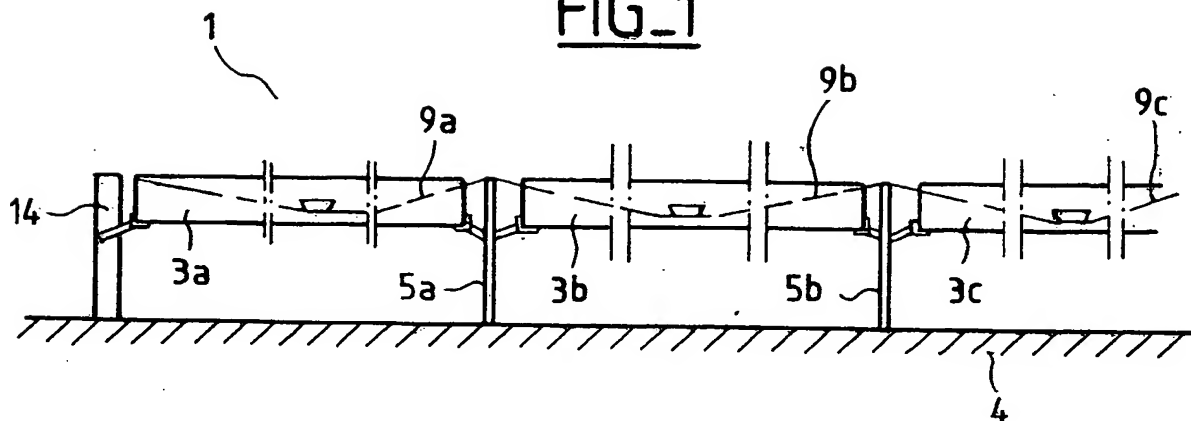
1. Système d'accrochage (1) de poutre comprenant :
  - deux poteaux (5, 5a, 5b) ;
  - une poutre (3, 3a, 3b) ; et
  - au moins un tirant (9, 9a, 9b) ;les poteaux étant sollicités en écartement par la poutre (3, 3a, 3b) et sollicités en rapprochement par le tirant (9, 9a, 9b).
2. Le système d'accrochage (1) selon la revendication 1, dans lequel la poutre (3, 3a, 3b) est reliée au tirant (9, 9a, 9b).
3. Le système d'accrochage (1) selon la revendication 2, dans lequel la poutre (3, 3a, 3b) et le tirant (9, 9a, 9b) sont montés à coulissement relatif selon une portion finie de coulissement.
4. Le système d'accrochage (1) selon la revendication 3, dans lequel des manchons (43,45) montés sur le tirant (9, 9a, 9b) délimitent la portion finie de coulissement.
5. Le système d'accrochage (1) selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, dans lequel la poutre (3, 3a, 3b) comprend au moins deux parties latérales (3G,3D) entre lesquelles est formé un passage (15) de tirant.
6. Le système d'accrochage (1) selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, dans lequel la poutre (3, 3a, 3b) est soutenue par le tirant (9, 9a, 9b).
7. Le système d'accrochage (1) selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, dans lequel la poutre (3, 3a, 3b) comprend plusieurs segments longitudinaux (31,32,33).
8. Le système d'accrochage (1) selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, dans chacun des poteaux (5, 5a, 5b) est relié à la poutre (3, 3a, 3b) par l'intermédiaire d'une bielle (13a, 13b), la bielle étant articulée d'une part au poteau (5, 5a, 5b) qu'elle relie à la poutre et d'autre part à la poutre (3, 3a, 3b).
9. Le système d'accrochage (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'un des poteaux (5, 5a, 5b) est un poteau de rive (14).



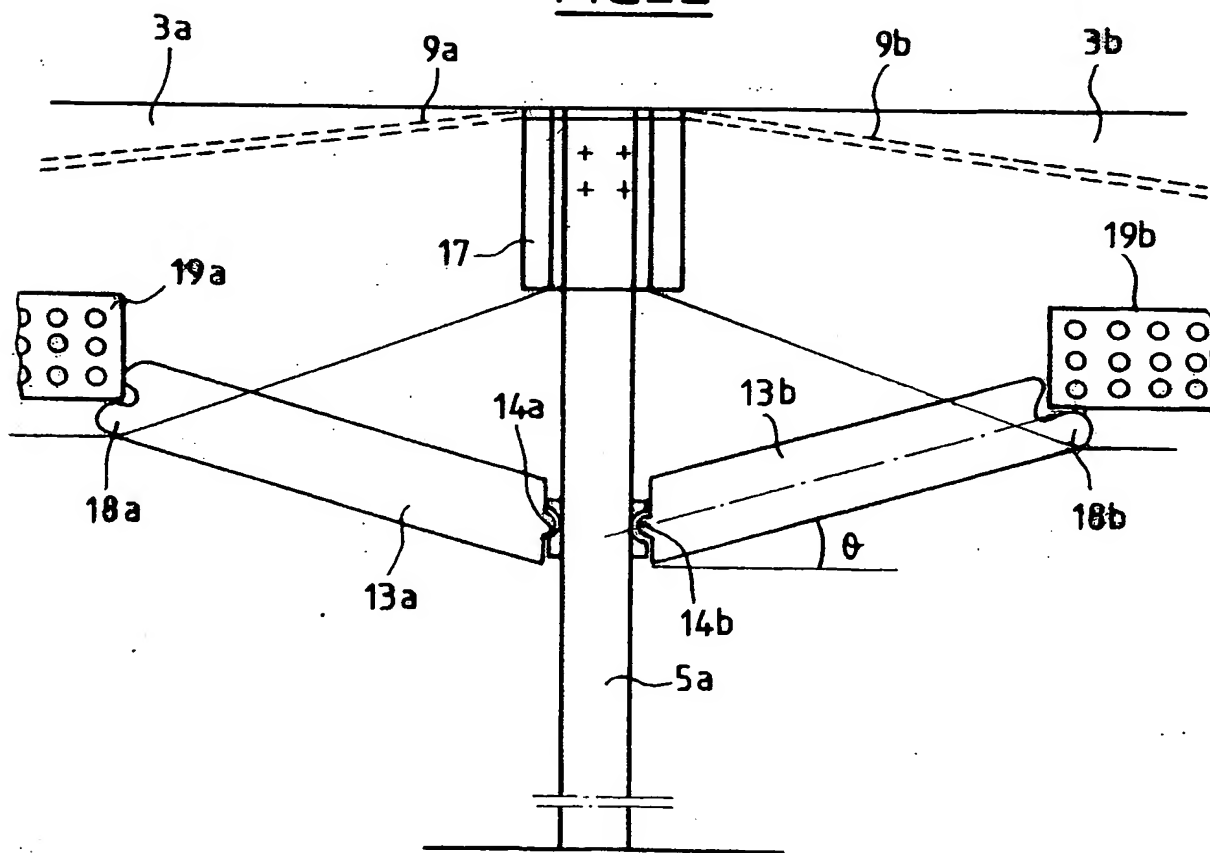
10. Le système d'accrochage (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la poutre (3, 3a, 3b) comprend un matériau lamellé-collé et/ou un profil d'acier reconstitué soudé.

1/4

FIG\_1

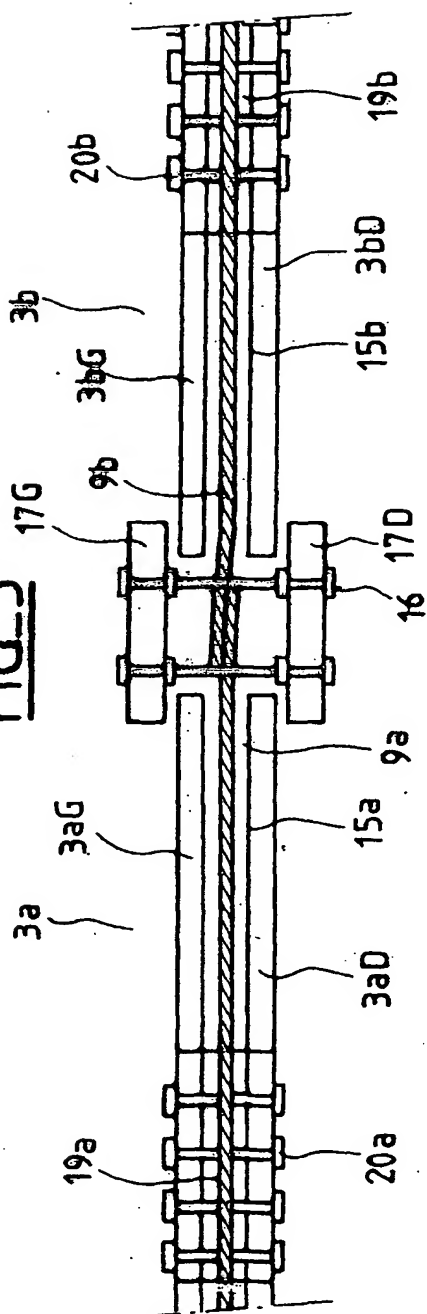


FIG\_2

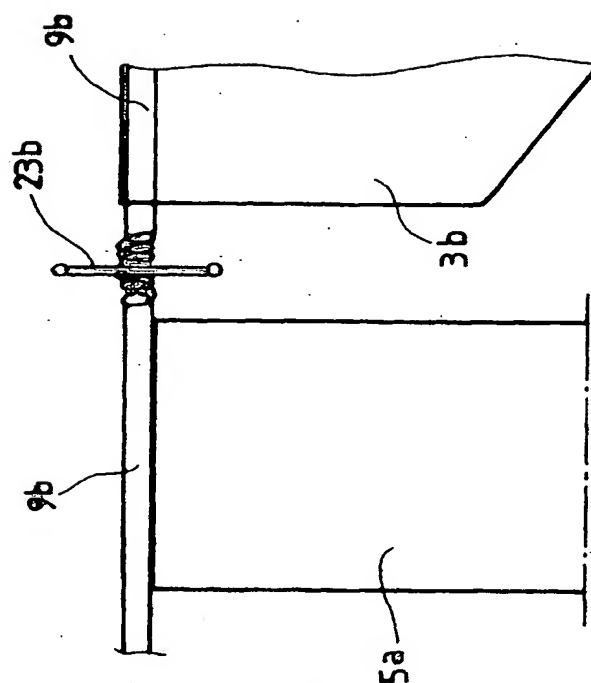


2/4

**FIG-3**

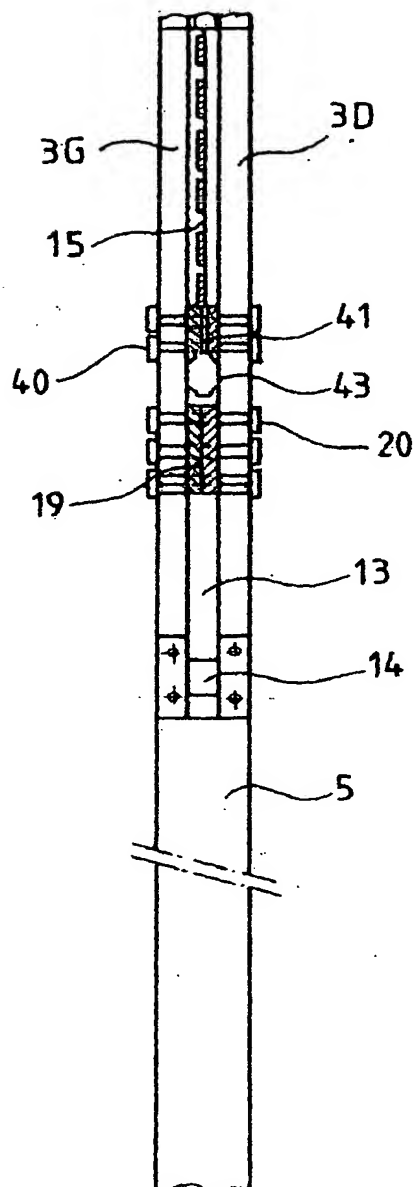


**FIG-4**



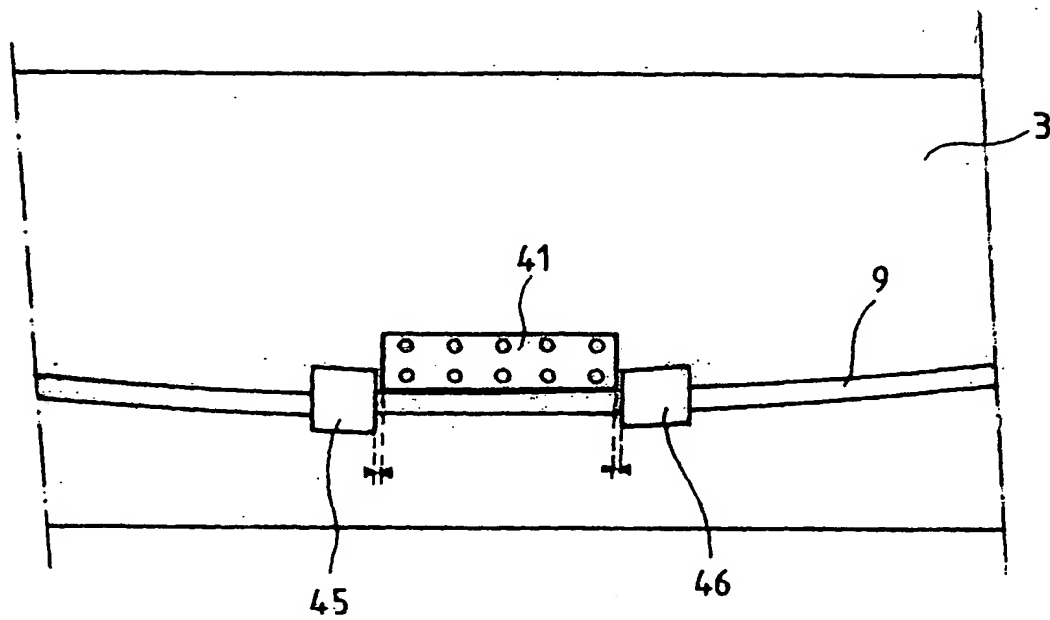
3/4

FIG\_5



4/4

FIG\_6



FIG\_7

